

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МОНТАЖА ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ

А.В. Иванов

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Для реализации системы СРТП необходимо решить задачу разработки математической модели технологического процесса монтажа и пайки радиокомпонентов.

Известно, что одна из определяющих причин брака при создании паяного соединения – неравномерность нанесения паяльной пасты, которая приводит к уходу средних значений параметров паяного соединения. Параметром качества исследуемой операции может служить коэффициент:

$$\beta = \frac{m_x}{\sqrt{D_x}},$$

где  $m_x$  – среднее значение удельного сопротивления паяного соединения;  $D_x$  – дисперсия удельного сопротивления.

Операция нанесения паяльной пасты была реализована в нашем случае с использованием каплеструйного принтера MY-500. Параметры режима нанесения паяльной пасты указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры режима нанесения

Технологический фактор	Параметры	Значение параметра
x1	диаметр наносимой дозы	400 мкм
x2	объем наносимой дозы	8 нл
x3	скорость печати	400 точек/с
x4	вязкость	200 Па*с
x5	клейкость	100 г
x6	кислотное число	115 мг

Задача состоит в том, чтобы определить режим операции нанесения паяльной пасты, обеспечивающий максимум коэффициента  $\beta$ , т.е. минимум разброса удельного сопротивления. Для этого необходимо отыскать уравнение связи параметра качества операции с параметрами режима.

Оценка значимости коэффициентов регрессии производилась по критерию Стьюдента. Для этого определяли ошибку единичного опыта.

Исходные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры режима нанесения

Технологический фактор	Параметры	Значение параметра
$x_1$	диаметр наносимой дозы	400 мкм
$x_2$	объем наносимой дозы	8нл
$x_3$	скорость печати	400 т/с
$x_4$	вязкость	200 Па*с
$x_5$	клейкость	100Г
$x_6$	кислотное число	115мг

В результате была получена следующая математическая модель:

$$\beta = 33,60 + 6,14X_4 + 4,46 X_5 + 4,79 X_6.$$

После описания локальной области факторного пространства полиномом первой степени было осуществлено движение по поверхности отклика в направлении градиента линейного приближения. Его результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Оптимизация параметров

Технологические факторы	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$\beta$
Коэффициенты регрессии	-8,27	6,34	3,58	-
Исходные значения значимых факторов	200	100	115	1,4
Шаг фактора	10	5	4	-
Опыт 1	190	105	119	1,6
Опыт 2	180	110	123	1,8
Опыт 3	170	115	127	2,1
Опыт 4	160	120	131	1,7

Из таблицы видно, что параметр качества  $\beta$  увеличился в результате оптимизации режимов операции с 1,4 до 2,1.

УДК 621.382

## МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

С.В. Тюлевин

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара

Выделены следующие главные этапы конструкторского проектирования данного класса РЭС:

### I. Топологическое проектирование МПП: